

PERBEDAAN KEBOCORAN MIKRO SEMEN IONOMER KACA DAN IONOMER HIBRIDA PADA RESTORASI SANDWICH TERBUKA KAVITAS PROKSIMO-OKLUSAL

Sintesa Ramadhani Rivai * Wignyo Hadriyanto ** Herry Sofiandy Halim ***

*Program Studi Konservasi Gigi Pendidikan Dokter Gigi Spesialis Kerjasama FKG UGM - USAKTI

** Bagian Ilmu Konservasi Gigi FKG UGM

*** Bagian Konservasi Gigi FKG USAKTI

ABSTRAK

Kebocoran tepi merupakan salah satu faktor terjadinya kegagalan restorasi. Salah satu cara untuk mengatasi kebocoran tepi yaitu dengan restorasi *sandwich* menggunakan basis semen ionomer kaca. Semen ionomer kaca mempunyai kekurangan sifat fisik antara lain kelarutan yang tinggi dan pengerasan yang lambat. Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan ketahanan kebocoran tepi antara semen ionomer kaca konvensional dengan ionomer hibrida, apakah keunggulan sifat fisik ionomer hibrida dapat mengatasi kebocoran tepi.

Sampel pada penelitian ini adalah 48 gigi premolar rahang atas yang dicabut untuk keperluan orthodontik. Pada 48 gigi tersebut dibuat 2 kavitas proksimo-oklusal. Kemudian dibagi menjadi 3 kelompok, 16 gigi (32 kavitas proksimo-oklusal) pada kelompok pertama dan 16 gigi (32 kavitas proksimo-oklusal) pada kelompok kedua. Masing-masing kelompok direstorasi *sandwich* dengan bahan semen ionomer kaca di mesial dan ionomer hibrida di distal atau sebaliknya. Pada kelompok ke tiga, 16 gigi (32 kavitas proksimo-oklusal) sebagai kelompok kontrol direstorasi dengan resin komposit secara inkremental. Seluruh spesimen disimpan dalam larutan salin dengan suhu 37°C selama 72 jam, kemudian dilakukan prosedur *thermocycling* sebanyak 500 kali pada suhu 5°C dan 65°C masing-masing 2 detik dan suhu istirahat 34°C selama 10 detik. Seluruh spesimen direndam dalam larutan biru metilen 2% selama 24 jam dan ditiriskan selama 24 jam. Spesimen kemudian dipotong pada pertengahan gigi mesio-distal, dan kedalaman penetrasi biru metilen diukur dengan mikroskop stereo dengan pembesaran 40 x.

Hasil penelitian menunjukkan Ionomer hibrida nano memberikan efek kebocoran tepi gingiva secara merata terendah dibandingkan dengan semen ionomer kaca konvensional, meskipun tidak ada perbedaan signifikan secara statistik antara bahan-bahan yang diteliti. Penelitian *in-vitro* ini menunjukkan pemakaian basis ionomer hibrida nano dapat digunakan pada restorasi *sandwich*.

Kata kunci: Restorasi *sandwich*, semen ionomer kaca konvensional, ionomer hibrida nano

ABSTRACT

Marginal microleakage was one of the factor to cause restoration failure, sandwich restoration can be used to minimized marginal leakage. Some disadvantages of glass ionomer cement in proximo-occlusal composite resin are high solubility, slow setting reaction, and progressive loss of the material. The objective of this study was to compare the effectiveness of glass ionomer cement and hybrid ionomer to overcome microleakage.

The samples of this study were 48 maxillary premolars that were extracted for orthodontics reason. The samples were divided into three group, 16 teeth each group. Two cavities were prepared mesio-distally, therefore there were 32 proximo-occlusal cavities in each group. In group one ionomer used was conventional glass ionomer as a liner in mesial cavity and as liner in distal cavity was hybrid ionomer, mean while in group two hybrid ionomer as a liner on mesial cavity and conventional glass ionomer on distal side. Group three as control restored only with composite resin. The composite were placed incrementally. All specimens were stored for 72 hours in 37°C, and then thermocycled 500 times at 5°C and 65°C for 2 second, and dwell time at 34°C for 10 second. The samples than immersed in 2% methylen blue dye for 24 hours, rinse for 24 hours. All specimens than cut in the middle mesio-distally with diamond cut with water spray. Gingival microleakage than observed with stereomicroscope magnifying 40 x.

Nano-hybrid ionomer cement showed lower gingival microleakage values than conventional glass ionomer cement although there were no statistically significance different between tested materials. This in-vitro study emphasized the efficacy of nano-ionomer cement as base material in sandwich restoration.

Key words: Sandwich restoration, conventional glass ionomer cement, nano-hibryd ionomer

PENDAHULUAN

Semen ionomer kaca yang digunakan sebagai basis dapat digunakan secara efektif untuk mengontrol kebocoran mikro. Penempatan dengan menggunakan teknik *sandwich* dapat memberikan adesi kimiawi pada dentin, ikatan mikro mekanik dengan resin di atasnya, dan mempunyai sifat anti kariogenik, sifat toksisitas yang rendah dan koeisien muainya mirip dengan dentin. Material yang digunakan sebagai basis pada restorasi *sandwich* yaitu semen ionomer kaca baik yang konvensional maupun ionomer hibrida.

Perkembangan selanjutnya dari semen ionomer kaca jenis baru semen ionomer kaca yang dimodifikasi dengan resin, yaitu ionomer hibrida¹. Resin yang ditambahkan pada material ini biasanya hydroxyethylmethacrylate (HEMA) dan ikatan yang terjadi secara mikro mekanikal dan dari ionisasi bahan ionomer. Keuntungan ionomer hibrida antara lain, yaitu waktu kerja menjadi lebih panjang karena operator dapat mengatur waktu *setting* dengan aktivasi sinar, meningkatnya ikatan dengan dentin, tidak mudah retak, peningkatan kekuatan *tensile* dan *flexural*. Ionomer hibrida tidak mudah larut dan tahan terhadap kelembaban.

Perkembangan terbaru ionomer hibrida yaitu ionomer hibrida dengan *filler* nano, mempunyai keunggulan sifat fisik *compressive strength*, *flexural strength*, *tensile strength* lebih baik dibandingkan dengan ionomer-hibrida bukan nano². Jenis ionomer hibrida nano akan dipakai sebagai material basis pada penelitian ini.

Restorasi dengan kombinasi semen ionomer kaca dan resin komposit disebut restorasi *sandwich* atau laminasi resin komposit dengan semen ionomer kaca, pada kavitas proksimo-oklusal yang direstorasi dengan teknik *sandwich* terbuka selain material semen ionomer kaca konvensional juga dapat digunakan ionomer hibrida.

Pemakaian *liner* semen ionomer kaca dapat secara signifikan mengurangi terjadinya formasi celah³, tetapi secara klinis masih

menjadi kontroversi, karena berdasarkan percobaan *in vivo* pada restorasi kelas I selama 6 tahun tidak menemukan perbedaan kebaikan adaptasi terhadap dentin antara pemberian liner ionomer hibrida dengan restorasi langsung menggunakan total bonding⁴.

Penelitian menunjukkan bahwa kebocoran mikro marginal terutama terjadi pada daerah permukaan gingiva dilokasi dentin maupun semen^{5, 6}. Hal ini terjadi karena kedua struktur ini tidak mempunyai ikatan yang baik dengan sistem adesi dengan resin komposit. Selain itu kesulitan lain adalah tidak mudah membuat akses preparasi proksimal⁷, hal lain yang tidak dapat dihindari adalah kesulitan mengontrol kelembaban pada daerah proksimal.

TUJUAN

Penelitian ini untuk mengetahui perbedaan kebocoran mikro antara semen ionomer kaca dan ionomer hibrida pada kavitas proksimo-oklusal yang direstorasi resin komposit dengan teknik *sandwich* terbuka.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini adalah uji eksperimental laboratoris untuk mengetahui perbedaan kebocoran mikro antara dua jenis bahan semen ionomer kaca yaitu yang konvensional dan ionomer hibrida. Penelitian ini dimaksudkan untuk memperlihatkan perbedaan tingkat kebocoran pada kelompok berdasarkan gradasi kebocoran 0-3 (ordinal)⁸.

48 gigi premolar rahang atas yang bebas karies dan tidak retak disimpan dalam larutan salin 0,9%. Gigi-gigi tersebut dibagi menjadi 3 kelompok secara random. Sehingga masing-masing kelompok terdiri dari 16 gigi. Dua kavitas proksimo-oklusal berbentuk boks dibuat pada sisi mesial dan distal dengan ukuran yang distandarisasi pada semua gigi yaitu lebar 4 mm buko-palatal, dalam 2 mm dan tepi gingiva 2 mm diatas CEJ. Preparasi

kavitas menggunakan bur intan silindris (no 018, komet) satu bur hanya digunakan pada 5 kavitas. Gigi dibagi menjadi kelompok A dan B, pada kedua kelompok tersebut dilakukan protokol yang berbeda.

Pada kelompok I A dilakukan protokol pertama ditumpat semen ionomer kaca konvensional 2 mm, yang sebelumnya diberi *dentin conditioner* asam poliakrilat 10% selama 10 detik. Setelah itu dilakukan etsa dengan asam folat 36% selama 10 detik, bonding dengan bahan adesif dan aplikasi resin komposit secara inkremental sebanyak dua lapisan secara oblik. Protokol kedua dilakukan pada kelompok I B ditumpat ionomer hibrida jenis nano ionomer setebal 2 mm dan disinari selama 20 detik, sebelumnya diaplikasikan primer selama 15 detik, etsa dengan asam fosfat 36% selama 10 detik, aplikasi bonding dan ditumpat dengan resin komposit secara inkremental sebanyak dua lapisan secara oblik. Pada kelompok II dilakukan protokol yang sama dengan kelompok I, dengan ketentuan kelompok II A ditumpat dengan ionomer hibrida jenis nano ionomer dan kelompok II B ditumpat dengan semen ionomer kaca konvensional. Pada kelompok III sebagai kontrol juga dibuat dua kavitas di mesial dan distal. Pada kelompok ini diberlakukan protokol ke 3. Semua kavitas pada kelompok III dilakukan etsa asam fosfat 36% selama 10 detik dan diberi bonding dan aplikasi resin komposit secara inkremental.

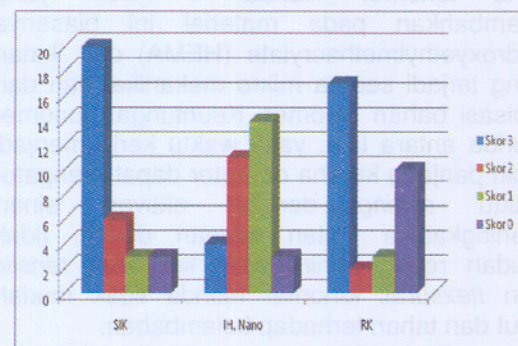
Seluruh spesimen disimpan dalam inkubator direndam dalam larutan salin 0,9%, pada suhu 37°C selama 3 hari. Kemudian dilakukan prosedur *thermocycling* (500x pada suhu antara 5°C dan 65°C selama 2 detik pada suhu istirahat 34°C selama 10 detik)¹⁰. Selanjutnya semua gigi dilapisi dengan 2 lapis cat kuku, kecuali daerah restorasi, dengan jarak kira-kira 1 mm, spesimen direndam dalam larutan Biru metilen 2% selama 24 jam, tiriskan selama 24 jam dan dibelah dengan alat *Accutom* pada pertengahan gigi dengan arah mesio-distal.

Potongan gigi hasil belahan diletakkan dibawah mikroskop stereo dengan pembesaran 40 kali untuk mengamati kebocoran mikro. Pengukuran kebocoran mikro dengan mengamati kedalaman penetrasi biru metilen pada daerah dasar gingiva dari arah proksimal ke dinding aksial gigi. Data hasil penelitian dilakukan analisis statistik

dengan analisis komparatif non-parametrik, dengan uji statistik Kruskal-Wallis.

HASIL PENELITIAN

Diagram (Gambar 1) menunjukkan bahwa kebocoran tepi pada tepi gingiva terjadi pada spesimen yang direstorasi hanya menggunakan resin komposit saja terjadi pada 22 spesimen (34,38%) dengan jumlah kebocoran terbanyak pada skor 3 (53,13%). Spesimen yang menggunakan semen ionomer kaca, terjadi kebocoran pada 29 spesimen (45,31%) dengan jumlah kebocoran terbanyak pada skor 3 (62,50%). Sedangkan yang menggunakan semen ionomer hibrida terjadi kebocoran pada 29 spesimen (45,31%) dengan kebocoran terbanyak pada skor 1 (43,75%). Sampel diuji dengan uji non parametrik Kruskal-Wallis, ternyata berdasarkan permukaan tidak ditemukan perbedaan bermakna ($p = 0,342$).



	SIK	IH, Nano	RK
Skor 3	20	4	17
Skor 2	6	11	2
Skor 1	3	14	3
Skor 0	3	3	10

Gambar 1. Diagram distribusi kebocoran pada dinding gingiva antara SIK, IH,nano, dan RK

a. Kebocoran tepi dinding gingiva antara Resin Komposit dan Semen Ionomer Kaca

Tingkat kebocoran terbesar pada kedua kelompok, sama-sama pada skor 3. Hal

ini dapat dilihat sesuai dengan distribusi kebocoran pada Tabel 1.

Tabel 1. Distribusi kebocoran pada dinding gingiva antara resin komposit dan semen ionomer kaca

	0	1	2	3	n	p
RK-Gingiva	10 (31,25%)	3 (9,37%)	2 (6,25%)	17 (53,13%)	32	p = 0,189
SIK-Gingiva	3 (9,37%)	3 (9,37%)	6 (18,75%)	20 (62,50%)	32	p = 0,203

Kesimpulan tidak ada perbedaan statistik bermakna antara resin komposit dan semen ionomer kaca, $p > 0,05$.

b. Kebocoran tepi dinding gingiva antara Resin Komposit dan Ionomer Hibrida

Tingkat kebocoran terbesar pada kelompok resin komposit, terbanyak pada skor 3, dan pada ionomer hibrida, pada skor 1. Hal ini dapat dilihat sesuai dengan distribusi kebocoran pada Tabel 2.

Tabel 2. Distribusi kebocoran pada dinding gingiva antara resin komposit dan ionomer hibrida

	0	1	2	3	n	p
RK-Gingiva	10 (31,25%)	3 (9,38%)	2 (6,25%)	17 (53,13%)	32	p = 0,189
IH-Gingiva	3 (9,37%)	14 (43,75%)	11 (34,38%)	4 (12,5%)	32	p = 0,184

Kesimpulan tidak ada perbedaan statistik bermakna antara resin komposit dan ionomer hibrida, $p > 0,05$.

c. Kebocoran tepi dinding gingiva antara Semen Ionomer Kaca dan Ionomer Hibrida

Tingkat kebocoran terbesar pada semen ionomer kaca, terbanyak pada skor 3,

dan pada ionomer hibrida pada skor 1. Hal ini dapat dilihat sesuai dengan distribusi kebocoran pada Tabel 3.

Tabel 3. Distribusi kebocoran pada dinding gingiva antara semen ionomer kaca dan ionomer hibrida

	0	1	2	3	n	p
SIK-Gingiva	3 (9,38%)	3 (9,38%)	6 (18,75%)	20 (62,50%)	32	p = 0,203
IH-Gingiva	3 (9,37%)	14 (43,75%)	11 (34,38%)	4 (12,50%)	32	p = 0,184

Kesimpulan tidak ada perbedaan statistik bermakna kebocoran mikro antara semen ionomer kaca dan ionomer hibrida $p > 0,05$.

PEMBAHASAN

Tidak ditemukan perbedaan bermakna secara statistik kebocoran tepi gingiva pada kelompok perlakuan I dan II. Hal ini dapat dijelaskan karena semen ionomer, baik ionomer kaca konvensional dan ionomer hibrida berikatan dengan struktur gigi dengan reaksi asam basa dan mekanisme pertukaran ion, perbedaannya hanya terletak reaksi *setting*⁹. Hal yang sama juga ditemukan pada penelitian sebelumnya^{10, 11, 12}.

Perlakuan pada permukaan gigi dengan asam polialkenoit mengakibatkan efek demineralisasi membentuk permukaan dengan mikroporositas dapat merupakan ikatan mikromekanikal meningkatkan ikatan kimia aplikasi asam polialkenoit dan akan meningkatkan efektifitas bonding secara signifikan^{13, 14, 15}. Aplikasi *dentin conditioner* dilakukan pada kelompok perlakuan baik dengan basis semen ionomer kaca konvensional, maupun basis ionomer hibrida nano, sehingga secara merata ada perbedaan kebocoran tepi, seperti terlihat pada Tabel 2 dan 3.

Pada Tabel 3 terlihat, terdapat perbedaan, dimana kebocoran tepi gingiva semen ionomer kaca pada skor 3 (62,50%)

dan ionomer hibrida nano tertinggi pada skor 1 (43,75%). Ionomer hibrida nano memiliki ukuran partikel nano pada partikel kacanya, bahan ini memiliki kelebihan yaitu ketahanan terhadap kebocoran mikro lebih baik, dengan ionomer hibrida tanpa partikel nano. Hal ini mungkin disebabkan penambahan hidroksi apatit nano, pada semen ionomer kaca akan meningkatkan karakter mekanik berupa peningkatan *flexural strength* dan *compressive strength*, selain itu dapat menutup rapat jaringan gigi, mempunyai efek mineralisasi menambah kekuatan ionomer hibrida terhadap fraktur sehingga dapat mempertahankan ikatan yang lama dengan dentin^{16, 17, 18}.

Tabel 1 dan 3 menunjukkan kebocoran semen ionomer kaca konvensional skor 3, mencapai 62,50%. Semen ionomer kaca sensitif terhadap air, pada penelitian ini setelah restorasi, sampel direndam dalam larutan salin selama 24 jam pada suhu 37⁰, sedangkan menurut penelitian pengerasan semen ionomer kaca minimal 1jam setelah penempatan pada kavitas, dan pengerasan final tidak akan terjadi sebelum satu minggu, sehingga perendaman dalam salin dapat mempengaruhi adaptasi marginal restorasi⁹. Pada ionomer hibrida hal tersebut dapat dicegah karena polimerisasi dengan aktivasi sinar, dapat mempercepat proses pengerasan.

Pada Tabel 2 dan 3 tampak kebocoran pada ionomer hibrida nano pada skor 0, terjadi pada 9,37%. Pada penelitian yang dilakukan untuk membandingkan dua jenis ionomer hibrida yaitu ionomer hibrida nano dan yang ionomer hibrida yang bukan nano, dalam penelitian ini ditemukan ionomer hibrida nano berikatan dengan dentin dan enamel secara superfisial, tanpa terjadi demineralisasi dan hibridisasi¹⁹, sedangkan aplikasi primer dilakukan pada ionomer hibrida nano. Meskipun demikian *micro tensile bond strength* menjadi efektif apabila primer digunakan sesuai dengan petunjuk pabrik.

Kegagalan adesif primer membentuk hibridisasi, untuk membentuk suatu *mechanical interlocking*, mungkin disebabkan karena pada penelitian¹⁹, tidak dilakukan aplikasi *dentin conditioner* pada ionomer hibrida nano, sedangkan aplikasi *dentin conditioner* dilakukan pada ionomer hibrida yang bukan nano. Kebocoran tepi gingiva pada ionomer hibrida nano pada penelitian ini secara rerata lebih kecil, dibandingkan dengan semen ionomer kaca dan resin komposit,

karena selain diaplikasikan *dentin conditioner*, juga primer digunakan sesuai petunjuk pabrik.

Tabel 1 menunjukkan distribusi kebocoran tepi gingiva antara semen ionomer kaca dan resin komposit. Distribusi kebocoran tepi gingiva semen ionomer kaca tertinggi pada skor tiga (62,50%), demikian juga pada resin komposit skor tertinggi pada skor tiga (53,13%). Kebocoran tepi gingiva kelompok kontrol juga disebabkan pada penelitian ini digunakan kavitas proksimo-oklusal), sedangkan *microtensile strength* dari adesif dan resin pada dinding gingiva secara signifikan lebih lemah dibandingkan dengan dinding aksial²⁰. Beberapa parameter yang mempengaruhi keberhasilan bahan adesif bagi keefektifan ikatan resin komposit antara lain *dentin wetness* dan *elastic bonding concept*²¹, *elastic bonding concept* adalah kemampuan adesif menahan tekanan penyusutan polimerisasi, salah satu cara untuk mengatasi hal ini adalah dengan melakukan tumpatan resin komposit secara inkremental. Hal ini dapat menjelaskan pada kelompok kontrol terdapat 31,25% tidak terjadi kebocoran, karena pada penelitian penempatan resin komposit dengan cara inkremental.

Pada penelitian ini digunakan sistem bonding *total etch one bottle adhesive*, yang mempunyai kebaikan secara klinis, berdasarkan penelitian²¹, ditemukan tingkat kegagalan 4% pada percobaan klinis selama tiga tahun. Penelitian mengenai adaptasi marginal adesif *total etch one bottle* dengan merendam sampel selama setahun pada air dan dua kali prosedur *thermocycling* dan menemukan 93% dari sampel tidak ditemukan terjadinya celah pada marginal²².

Perkembangan material adesif moderen sudah cukup baik, kegagalan kebocoran tepi gingiva masih terjadi terutama akibat tekanan penyusutan polimerisasi. Sehingga diperlukan material resin komposit dengan koefisien ekspansi termal yang dapat mengatasi tekanan penyusutan polimerisasi.

KESIMPULAN DAN SARAN

Secara statistik tidak ditemukan perbedaan bermakna ($p>0,05$), kebocoran tepi gingiva antara basis semen ionomer kaca konvensional dan ionomer hibrida jenis nano pada restorasi resin komposit kavitas proksimo-oklusal teknik *sandwich* terbuka,

tetapi skor rerata hasil penelitian ini menunjukkan bahwa ionomer hibrida memiliki tingkat kebocoran terendah, diikuti dengan resin komposit dan tertinggi pada semen ionomer kaca. Peneliti menyarankan melakukan penelitian lanjutan untuk melihat ikatan antara bahan basis semen ionomer kaca dan ionomer hibrida dengan resin komposit. Pemakaian basis ionomer hibrida nano pada aplikasi klinis mempersingkat waktu kerja, sehingga memberikan kenyamanan bagi pasien.

DAFTAR PUSTAKA

1. Saito S, Tosaki S, & Hirota K: Characteristic of Glass Ionomer Cements In : Davidson CL, Mjor IA (eds) *Advances in Glass-Ionomers Cements*, Chicago: Quintessence Pub., 1999: 15-42.
2. Croll TP & Cavanaugh RR: Resurfing resin modified glass ionomer cement restoration, *Inside Dentistry*, 2009: vol 5, Iss 1.
3. Ratih DN, Palamara JEA, & Messer HH: Minimizing Dentinal Fluid Flow Associated with Gap Formation, *J Dent Res.*, 2006; 85 (11): 1027-1031.
4. Van Dijken JW: A6-Year Clinical Evaluation of Class I Polyacid Modified Resin Composite/Resin Composite Laminate Restoration Cured with a Two-Step Curing Technique, *Dental Materials.*, 2003; 19 (5): 423-428.
5. Sano H: Microtensile Testing, Nanoleakage and Biodegradable of Resin Dentin Bonds, *J Dent Res.*, 2006; 85: 11-14.
6. Wahab FK & Shaimi FJ: Evaluation of the Microleakage at the Proximal Walls of Class II Cavities Restored Using Resin Composite and Precured Composite Insert, *Quintessence Int.*, 2003; 34: 600-606.
7. Lopes & Baratieri, Dental Adhesion : Present State of Art and Future Perspective, *Quintessence Int.*, 2002.
8. Logoercio AD, Bauer JRO, Reis A, & Grande RHM: In Vitro Microleakage Packable Composites in Class II Restoration, *Quintessence Int.*, 2004; 35: 29-34.
9. Mount GJ, Tyas MJ, Ferracane JL, Berg JH, & Ngo CH: A revised classification for direct tooth-colored restorative materials, *Quintessence Int*, 2009; 8: 691-697.
10. Gorseta K, Glavina D, Skirinjaric I, & September: Microleakage of newly developed nano-ionomer and glass ionomer cement restoration, *Paper presented at IADR-CED with NOF & ID*, Munich, Germany, 2009.
11. Della Bona A, Pinezeta C, & Rosa V: Effect of Acid Etching of Glass Ionomer Cement Surface on the Microleakage of Sandwich Restoration, *J Appl Oral Sci.*, 2007; 15 (3): 230-234.
12. Brackett WW, Gunnin DT, Johnson WW, & Concin EJ: Microleakage of Light-cured-Glass-ionomer Restorative Material, *Quintessence Int*, 26, 1995: 583-585.
13. Van Meerbeek B, De Munck J, Yoshida Y, Shirai K, Inoue S, Shintani H, & Lambrechts: Chemical Bonding Potential of Adhesive Materials to Hydroxyapatite, *J Den Res.*, 2003; 82: Special edition.
14. Mount GJ: Glass-Ionomer Material, In: Mount, G.J., Hume, W.R. , eds, *Preservation and Restoration of Tooth Structure*, Queensland, Knowledge, 2005,
15. Inoe S, Van Meerbeek B., Abe Y, Yoshida Y, dkk: Effect of remaining dentin thickness and the use of conditioner on microtensile bond strength of a glass-ionomer adhesive, *Dental Materials*, 2001; 17: 445-455.
16. Yamamoto A, Arita K, Lucas M, Shinonaga Y, Harada K, & Abe Y: The development of a new hydroxyapatite- ionomer cement, *Paper presented at World congress on preventive dentistry*, September 8-10 2009, Phuket-Thailand.
17. Mu YB, Zang GZ, Sun HC, & Wang CK: Effect of nano-hydroxyapatite to glass ionomer cement, *Chinesse Dent J*, 2007; 25 (6): 544-547.
18. Moshaverinia A, Ansari S, Movasaghi Z, Billington RW, et al: Modification of conventional glass-ionomer cement with N-vinylpyrrolidone containing polyacids, nano-hydroxy and fluoroapatite to improve mechanical properties, *Dental Materials*, 2008; 24: 1381-1390.
19. Coutinho E, Cardozo MV, De Munck AA, Neves KL, Van Landuyt KL, et al: Bonding effectiveness and interfacial characterization of a nano-filled resin-modified glass-ionomer, *Dental Materials.*, 2009; 25: 1347-1357.
20. Purk JH, Dusevich V, Glaros A, Spencer P, & Eick D: In vivo versus in vitro microtensile bond strength of axial versus gingival cavity preparation walls in class II resin-based composite restoration, *JADA*, 2004; 135 (2): 185-193.
21. Van Meerbeek B, Perdigão J, Lambrechts P, & Vanherle G: The Clinical Performance of Adhesives, *J Dent.*, 1997; 26: 1-2,
22. Blunck U & Roulet JF: Effect of one year water storage on the effectiveness of dentin adhesives in class V composite resin restorations, *J Dent Res.*, 81 (Special Issue A) Abstract, 2002: 139.